

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-102589

(43) 公開日 平成5年(1993)4月23日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 S 3/134

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数6(全6頁)

(21) 出願番号

特願平3-264092

(22) 出願日

平成3年(1991)10月11日

(71) 出願人 000005887

三井石油化学工業株式会社

東京都千代田区霞が関三丁目2番5号

(72) 発明者 柴田 真吾

千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井

石油化学工業株式会社内

(72) 発明者 大股 健

千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井

石油化学工業株式会社内

(72) 発明者 上原 義人

千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井

石油化学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 遠山 勉 (外2名)

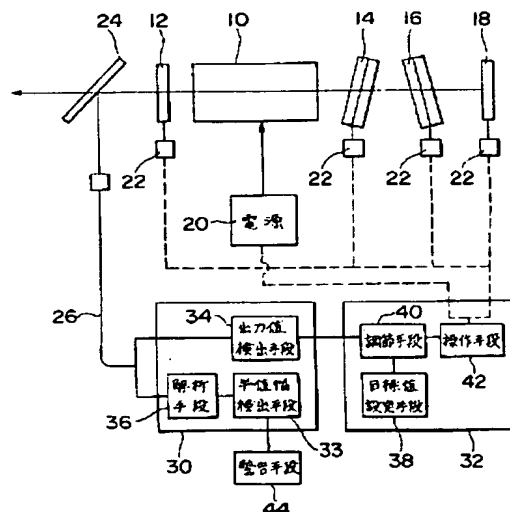
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置の出力安定化方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 狭帯域レーザ装置の高精度制御を図る。

【構成】 狭帯域化素子を有し、この狭帯域化素子によりレーザ光を狭帯域化して出力するレーザ装置において、出力されるレーザ光をスペクトル解析して得られる狭帯域スペクトルの波形ピーク値の半値幅が目標の幅以上にならないようにモニタすることを付加したレーザ装置の出力安定化方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 狭帯域化素子を有し、この狭帯域化素子によりレーザ光を狭帯域化して出力するレーザ装置において、出力されるレーザ光をスペクトル解析して得られた狭帯域スペクトルの波形ピーク値の半値幅をモニタすることを付加したレーザ装置の出力安定化方法。

【請求項2】 請求項1において、レーザ光の出力値を検出し、この出力値が予め設定した目標出力値となるよう、レーザ装置をフィードバック制御するレーザ装置の出力安定化方法。

【請求項3】 請求項2において、フィードバック制御の制御対象が、励起用電源の出力、出力ミラーの傾角、反射ミラーの傾角、狭帯域化素子の傾角の内の少なくとも1つであるレーザ装置の出力安定化方法。

【請求項4】 狭帯域化素子を有し、この狭帯域化素子によりレーザ光を狭帯域化して出力するレーザ装置において、出力されるレーザ光をスペクトル解析する解析手段と、得られた狭帯域スペクトルの波形ピーク値の半値幅を検出する半値幅検出手段と、半値幅検出手段で得た半値幅を設定半値幅と比較し設定半値幅を越えたときに警告を発する警告手段とを有することを特徴とするレーザ装置の出力安定化装置。

【請求項5】 レーザの出力検出手段と、目標出力値を設定する目標値設定手段と、目標値設定手段で設定された目標出力値と出力検出手段で得た出力値との差分から制御操作信号を生成する調節手段と、調節手段からの操作信号を受けて制御対象を操作する操作手段とを有し、出力検出手段で検出した出力値が最大となるようレーザ装置をフィードバック制御することを特徴とする請求項1記載のレーザ装置の出力安定化装置。

【請求項6】 請求項5において、フィードバック制御の制御対象が、励起用電源の出力、出力ミラーの傾角、反射ミラーの傾角、狭帯域素子の傾角の内の少なくとも1つであるレーザ装置の出力安定化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はレーザ装置の出力安定化方法、及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 レーザ装置にあっては、その出力安定化のため、フィードバック制御がしばしば行われる。

【0003】 この場合、何を制御量として選択するかが正確な制御をする上で重要である。出力安定化にはレーザ発振器を構成するミラーのレーザ光軸に対する垂直精度が大きく影響する。この垂直精度を確保するため、従来は、レーザ光の出力を検出し、その出力が最大となるように出力を直接制御量として目標出力値を設定し、その設定値に出力が特定するようにミラーの傾きを制御するという方法をとっている。

【0004】 ところで、リソグラフィ用光源としてエ

キシマレーザが使用される際には、露光装置（ステッパ）を構成する光学素子に色収差補正機能をもたせることができないために、狭帯域化光の帯域幅が十分に小さい必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前記方法では、必ずしも精度の高い制御が行われず、光学素子の劣化などが生じた場合に、帯域幅が広くなりリソグラフィ用の光源としては適さなくなる。

10 【0006】 本発明は、光学素子の劣化を事前に検知するために、従来よりも高精度な出力制御を図ることを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するため、本発明は以下の構成とした。すなわち、本発明の方法は、狭帯域化素子を有し、この狭帯域化素子によりレーザ光を狭帯域化して出力するレーザ装置において、出力されるレーザ光をスペクトル解析して得られた狭帯域スペクトルの波形ピーク値の半値幅をモニタすることを付加したレーザ装置の出力安定化方法である。

20 【0008】 ここで、あわせて、レーザ光の出力値を検出し、この出力値が予め設定した目標値となるよう、レーザ装置をフィードバック制御することが好適である。本発明の装置は、狭帯域化素子を有し、この狭帯域化素子によりレーザ光を狭帯域化して出力するレーザ装置において、出力されるレーザ光をスペクトル解析する解析手段と、得られた狭帯域スペクトルの波形ピーク値の半値幅を検出する半値幅検出手段と、半値幅検出手段で得た半値幅を設定半値幅と比較し設定半値幅を越えたときに警告を発する警告手段とを有する。

30 【0009】 本発明では、レーザの出力値を検出する出力検出手段と、目標出力値を設定する目標値設定手段と、目標値設定手段で設定された目標出力値と出力検出手段で得た出力値との差分から制御操作信号を生成する調節手段と、調節手段からの操作信号を受けて制御対象を操作する操作手段とを有し、出力検出手段で検出した出力値が最大となるようレーザ装置をフィードバック制御するレーザ装置に組み合わせることが最適である。

40 【0010】 本発明でフィードバック制御する場合、制御対象は、例えば、励起用電源の出力、出力ミラーの傾角、反射ミラーの傾角、狭帯域素子の傾角の内の少なくとも1つである。とりわけ、出力ミラー、反射ミラーの傾き制御による出力安定化に好適である。

【0011】

【作用】 本発明の構成により、半値幅モニタを付加することで、ミラーと狭帯域化素子の光軸が真に合っているかどうかの判断が可能となる。

50 【0012】 本発明は、狭帯域化されたレーザ光の出力値を目標値となるようにフィードバック制御する場合に有効である。このようなフィードバック制御の前提とし

て、レーザ装置の構成素子がレーザ光の通過する光軸上に正確に配置されているかどうか重要な要素となる。もし正確に配置されていなければ、いくらフィードバック制御を高精度に行っても、レーザ装置が本来有する能力をすべて引き出せないからである。

【0013】すなわち、このように出力値をフィードバック制御する場合、出力値のみをモニタしてそれが最大となるようにしたとしても、それだけでは片手落ちで、出力されるレーザ光の波形ピーク値の半値幅が規定の幅より大きくなっていったのでは、本来得られるべき最大出力が得られていないこととなるので、出力のフィードバック制御と同時に半値幅をモニタしようという趣旨である。

【0014】従って、フィードバック制御中にスペクトルの半値幅をモニタし、それが本来の半値幅より広がった場合は、フィードバック制御の精度に拘らず、装置自体に狂いがあるということが判別でき、装置の修復を迅速に行える。

【0015】なお、本発明における半値幅のモニタは前記のようなフィードバック制御と必ずしも組み合わせなくともよいことはもちろんである。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基いて説明する。図1において、レーザ発振器は、図示しないレーザ媒質や励起ランプを内装したレーザチャンバ10の前方に出力ミラー12を配置し、後方に狭帯域素子として、粗調用エタロン14、微調用エタロン16を配置し、さらに反射ミラー18を配置してある構造である。また、レーザチャンバ10に前記励起ランプの電源20が接続されている。

【0017】そして、出力ミラー12、反射ミラー18、粗調用エタロン14、微調用エタロン16にそれぞれ傾き制御用のアクチュエータ22が設けられている。また、レーザ共振器の前面にビームスプリッタ24が配置され、出力レーザ光の一部を分割している。この分割されたレーザ光が光ファイバ26により制御系に導入されるようになっている。

【0018】すなわち、光ファイバ26の導入先に波長・出力モニタ30が接続され、この波長・出力モニタ30にマイクロコンピュータを備えた中央処理装置32が接続され、この中央処理装置32により前記各アクチュエータ22や電源20が制御されるようになっている。

【0019】そして、前記波長・出力モニタ30内に、ビームスプリッタ24で採取したレーザ光の出力値を検出する出力検出手段34と、採取したレーザ光をスペクトル解析する解析手段36と、得られた狭帯域スペクトルの波形ピーク値の半値幅を検出する半値幅検出手段33とが設けられている。

【0020】前記出力検出手段34はPINダイオードからなり、受光したレーザ光を光電変換して電圧値に変

換する。前記解析手段36は、主に採取したレーザ光を集光する集光レンズと、モニタエタロンと、一次元フォトディテクタアレイ37とからなる。図3はモニタエタロンで分光されて同心円状の干渉縞を構成するレーザ光を一次元フォトディテクタアレイに照射した状態を示す正面図である。一次元フォトディテクタアレイでは、図4のように、干渉縞の強度分布が検出される。ここでは、中央の干渉縞の波形ピーク値を半値幅検出手段33で検出し、その値から半値幅を検出する。

【0021】また、前記中央処理装置32により、フィードバック制御のための目標値設定手段38が実現される。この目標値設定手段38は、キーボードなどの入力手段からの入力で目標出力値を設定する。なお、ここでは、中央処理装置により出力の最大値を検出し、その最大値を目標出力値とする。

【0022】また、前記中央処理装置32により、目標値設定手段38、調節手段40、操作手段42が実現される。調節手段40は、目標値設定手段38で設定された目標出力値と出力検出手段34で得た出力値との差分から操作信号を生成する。

【0023】前記操作手段42は、調節手段40からの操作信号を受けて制御対象を操作する手段であり、これにより前記アクチュエータ22等が駆動される。次に本実施例による制御方法を図2のフローチャート図を参照して説明する。

【0024】狭帯域化されたレーザ光は、ビームスプリッタ24で分割される。分割されたレーザ光はさらに2つに分割され、一方は解析手段36でスペクトル解析され（ステップ100）、この結果、図4のような狭帯域スペクトルが得られるので、半値幅検出手段33で、スペクトルの波形から波形ピーク値の半値幅を検出する（ステップ101）。

【0025】分割されたレーザ光の他の一方は、出力検出手段34で出力値を検出する（ステップ102）。そして、この検出出力値と目標設定手段38で設定された目標出力値（ここでは最大出力値）とが比較され、両者に差があれば調節手段40により差分をなくす方向に信号が生成し、操作手段42によりアクチュエータ22が駆動され、あるいは電源出力が調整される（ステップ103）。

【0026】操作手段42では、制御対象である励起用電源20の出力、出力ミラー12の傾角、反射ミラー18の傾角、狭帯域素子の傾角の少なくとも1つを調節する。以上により、フィードバック制御がなされ、レーザ光出力が最大となるよう維持される。

【0027】このフィードバック制御によりレーザ出力が最大となることが期待され、また、レーザ装置の操作者も最大出力のレーザ光が出ているものと確信しているのが通常である。

【0028】しかし、このようなフィードバック制御が

円滑に行われていても、他の外乱などにより、出力レーザー光のスペクトル波形半値幅が、本来の幅より大きくなってしまう場合がある。すると、最適なレーザー光を得ることはできず、レーザー光を利用した応用対象、例えば、半導体リソグラフィに悪影響を及ぼす。

【0029】そこで、同時に、設定半値幅と検出半値幅とが比較され（ステップ104）、検出半値幅が設定半値幅を越えた場合は、警告手段40により操作者に警告サイン、ブザー、メッセージなどを送る（ステップ105）。あるいは、警告の代わりにレーザー発振を停止する
10 ようにしてもよい。

【0030】なお、前記解析手段36により、レーザー光の干渉縞のスペクトルが得られるが、最大の干渉縞の直径を測定することで、レーザー光の発振波長を得ることができる。そこで、上記の出力のフィードバック制御及び半値幅モニタに加えて、干渉縞の直径値検出に基づく波長のフィードバック制御を行ってもよい。

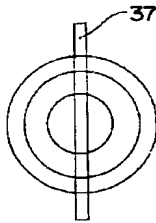
【0031】

【発明の効果】本発明によれば、狭帯域化されたレーザー光のスペクトル波形の半値幅をモニタすることで、半値幅が設定値を越えた状態でレーザー装置を作動させることを防ぎ、安定度の高い狭帯域レーザー出力を得ることができる。
20

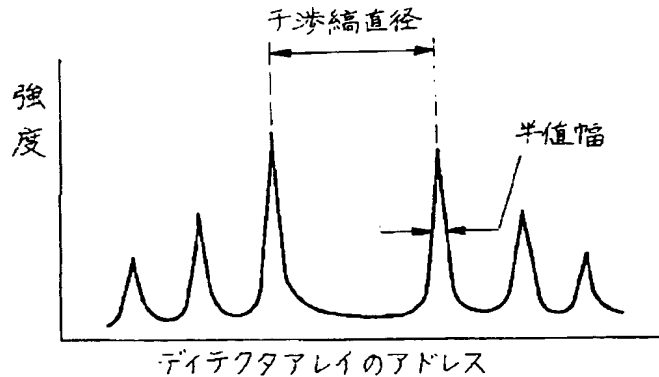
【0032】特に、レーザー光の出力値を検出して目標値に制御するフィードバック制御する場合に、フィードバック制御により修復できない装置異常をすみやかに検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図3】



【図4】



【図1】 本発明の一実施例を示すブロック図

【図2】 実施例のフローチャートを示す図

【図3】 モニタエタロンで分光されて同芯円状の干渉縞を構成するレーザー光を一次元フォトディテクタアレイに照射した状態を示す正面図

【図4】 一次元フォトディテクタアレイに照射された干渉縞の強度分布

【符号の説明】

10 レーザチャンバ

12 出力ミラー

14 粗調用エタロン

16 微調用エタロン

18 反射ミラー

20 電源

22 アクチュエータ

24 ビームスプリッタ

26 光ファイバ

30 波長出力モニタ

32 中央処理装置32

33 半値幅検出手段

34 出力検出手段

36 解析手段

37 一次元フォトディテクタアレイ

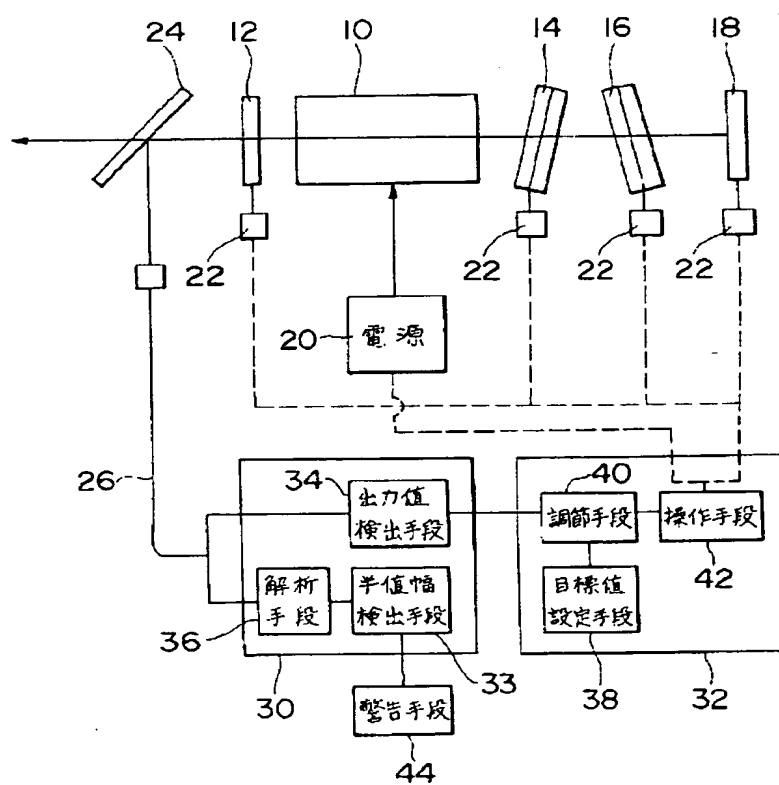
38 目標値設定手段

40 調節手段

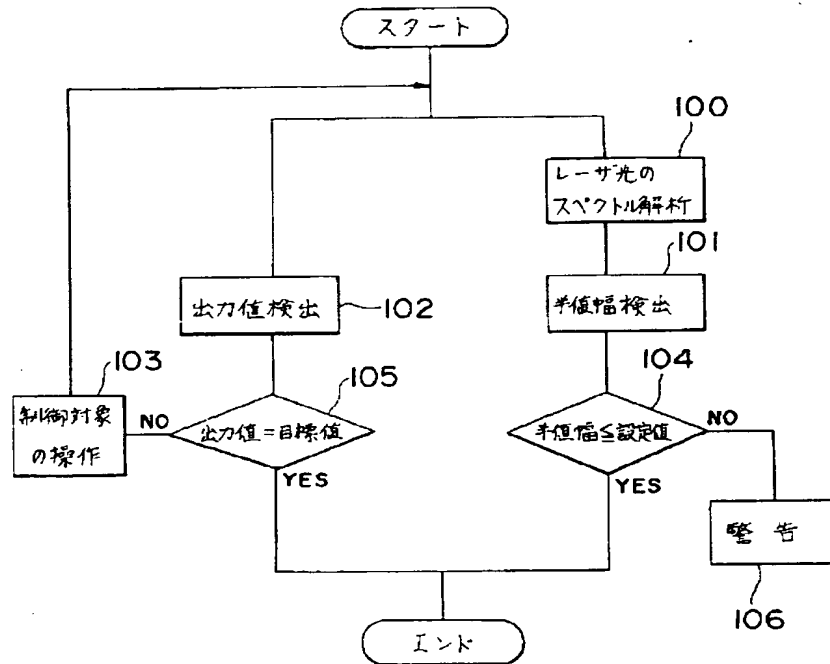
42 操作手段

44 警告手段

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成3年10月14日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項5

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項5】 レーザの出力検出手段と、目標出力値を設定する目標値設定手段と、目標値設定手段で設定

された目標出力値と出力検出手段で得た出力値との差分から制御操作信号を生成する調節手段と、調節手段からの操作信号を受けて制御対象を操作する操作手段とを有し、

出力検出手段で検出した出力値が最大となるようレーザ装置をフィードバック制御することを特徴とする請求項4記載のレーザ装置の出力安定化装置。

フロントページの続き

(72)発明者 寺田 貢
千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井
石油化学工業株式会社内

(72)発明者 大枝 靖雄
千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井
石油化学工業株式会社内

(72)発明者 鈴木 健司
千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井
石油化学工業株式会社内

(72)発明者 寺師 雄一郎
千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32三井
石油化学工業株式会社内